PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

H01S 3/25, 3/025, G02B 6/28

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 96/13084

A1

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

2. Mai 1996 (02.05.96)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/CH95/00233

(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Oktober 1995 (11.10.95)

(30) Prioritätsdaten:

3160/94-6

21. Oktober 1994 (21.10.94)

CH

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BESSE, Pierre-André [CH/CH]; Avenue de la Piscine 30, CH-1020 Renens (CH).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

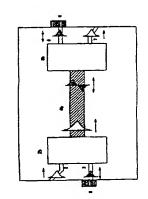
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS FOR CONTROLLING SATURATION AND NON-LINEAR EFFECTS IN OPTICAL SEMICONDUCTOR **AMPLIFIERS** 

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BEKÄMPFUNG DER SÄTTIGUNG UND DER NICHTLINEAREN EFFEKTE IN OPTISCHEN HALBLEITERVERSTÄRKERN

(57) Abstract

A fixed optical semiconductor amplifier for an optical travelling wave comprising: two or more separate inputs (1, 2), one for the travelling wave signals (open) and the other for the resonant light (filled); a mixer (3b) which locally superimposes the travelling wave signals and the resonant light and must receive the information on the origin of the light; an amplification section (4b) in which both the resonant and the travelling wave light are superimposed and amplified; a demixer (5b) which makes use of the information on the origin of the light (contained in the complex light distribution) to separate the resonant from the travelling wave light and send it to two or more separate outputs, the mixer input (1) for the travelling wave signals unambiguously corresponding to a given demixer output (2); two or more reflex points (8) placed in such a way that at least one input-output pair is resonant and thus the inversion and amplification in the amplifier section are limited. This optical amplifier prevents interference through saturation and non-linear effects and may be used in telecommunication systems.



#### (57) Zusammenfassung

Ein fixierter optischer Halbleiterverstärker zur Verstärkung einer optischen Wanderwelle, der folgende Elemente umfasst: Zwei oder mehrere getrennte Eingänge (1, 2), einen für die Wanderwellensignale (offen) und die anderen für das resonante Licht (gefüllt); einen Mischer (3b), der die Wanderwellensignale und das resonante Licht örtlich überlagert. Dieser Mischer muss die Information der Herkunft des Lichtes erhalten; eine Vestärkungssektion (4b), in der beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden; einen Entmischer (5b), der die Information der Herkunft des Lichtes (in der komplexen Lichtverteilung enthalten) benützt, um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren getrennten Ausgängen zu schicken. Der Mischereingang (1) für die Wanderwellensignale entspricht eindeutig einem bestimmten Entmischerausgang (7); zwei oder mehere so plazierte Reflexstellen (8), dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant ist, und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird. Dieser optische Verstärker vermeidet Störungen durch Sättigung und nichtlineare Effekte und findet Anwendung in Telekommunikationssystemen.



#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neusceland
BJ	Benin	TE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumānien
CA	Kanada	KE	Кепуа	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	L	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam
-					

BNSDOCID: <WO\_\_\_\_\_9613084A1\_I\_>

5

Verfahren zur Bekämpfung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

Stand der Technik

In der modernen Optik werden Lichtstrahlen verarbeitet. Eine wichtige Funktion ist dabei die Verstärkung von Lichtstrahlen. Oft werden diese Strahlen in optischen Wellenleitern [1] geführt. Die Führung kommt dadurch zustande, dass der Wellenleiterkern durch einen reflektierenden Übergang begrenzt ist. Bei Hohlraumwellenleitern wird ein Metall dazu verwendet. In dielektrischen Wellenleitern wird zur totalen Reflexion ein umgebendes Medium mit kleinerem Brechungsindex verwendet (Wellenleitermantel). In optischen Wellenleitern können nur jene Moden propagieren, welche die Maxwellgleichungen erfüllen. Die Wellenleiter werden cut-off, monomode oder multimode genannt, je nachdem ob sie keinen, nur einen Mode jeder Polarisation oder mehrere Moden führen können.

15

10

In der faseroptischen Kommunikation erfolgt die Datenübertragung mit optischen Signalen durch Glasfasern. Die Verarbeitung der optischen Signale erfolgt auf integrierten optischen Chips, die zwischen den Fasern plaziert werden. Zur Herstellung dieser Chips werden meist dünne Filmschichten auf einem Träger (Substrate wie z.B. Glas, Si, InP, GaAs...) angebracht und anschließend strukturiert. In III-V Halbleitern werden optische Verstärker [2] hergestellt und mit anderen Komponenten der Optik integriert.

In solchen optischen Halbleiterverstärkern wird eine freie Ladungsträgerinversion durch elektrische oder optische Pumpmechanismen erzeugt. Die III-V

25

15

20

25

Halbleiter zeigen eine Verstärkung die direkt mit dieser Inversion in Verbindung steht [3]. Die Eingangssignale werden dabei durch stimulierte Emission in einen einzigen Durchgang (optische Wanderwelle) verstärkt. Die Sättigung und viele sogenannte nichtlineare Effekte hängen damit zusammen, dass die Inversion selber von der Stärke des Eingangssignals abhängt. Diese Effekte sind

Störungen, die die Anwendung solcher Verstärker in
Telekommunikationssystemen einschränken. Zum Beispiel Intermodulationen,
Übersprechen und Sättigungscharakteristiken resultieren davon.

Verschiedene Lösungen wurden vorgeschlagen, um diese Effekte klein zu halten. Das Ziel ist immer, die Inversion konstant zu halten, unabhängig davon, wie groß die optischen Signale sind. Direkte elektrische Rückkopplungen zur Kompensation oben genannter Effekte wurden getestet [4]. Diese Verfahren sind jedoch sehr kompliziert. Kürzlich wurden optische Rückkopplungen angewandt [5][6]. Diese sogenannten fixierten optischen Halbleiterversärker sind viel einfacher im Aufbau und brauchen nur wenige Zusatzkomponenten.

Diskussion der fixierten optischen Halbleiterverstärker:

In diesen Verfahren werden eine resonante optische Kavität und der Wanderwellenweg überlagert. Die resonante Kavität entspricht einem Laser über der Schwelle. Im Laser über der Schwelle ist die Inversion und deshalb auch die Materialverstärkung konstant. Der Gütefaktor (Q-Faktor) [3] der Kavität (Zum Beispeil die Reflekivität der Facette) kontrolliert die Inversion. Einer kleinen Güte entspricht eine großes Verstärkung. Das Wanderwellensignal und das

resonante Lasersignal müssen unterschieden werden können. In den bekannten 0 Verfahren [5][6] wird die Wellenlänge als Unterscheidungscharakteristik benützt. Die Kavität wird durch Gitter (extern [5] oder intern [6]) definiert. Diese ist deshalb nur bei einer Wellenlänge resonatorisch. Schwache Gitter werden benützt, um hohe Verstärkung zu erreichen. Der Gitterwirkungsgrad soll aber mindestens so groß sein, dass ein Resonanzeffekt stattfindet. Außerhalb der 5 resonatorischen Wellenlängebereiche kann die Komponente als Wanderwellenverstärker gebraucht werden.

In diesen fixierten optischen Halbleiterverstärkern bleibt die Inversion (und deshalb die Materialverstärkung) konstant. Wenn externe Signale durch die Komponente gesendet werden, findet eine Energieübertragung von resonatorischem Laserlicht zu den externen Signalen statt, ohne dass die Inversion geändert wird. Die Sättigung und viele nichtlineare Effekte werden damit vermieden. Das Prinzip funktioniert solange, wie die Resonanzbedingung der resonatorischen optischen Kavität erfüllt ist. 15

Die Nachteile der bisherigen fixierten optischen Halbleiterverstärker sind:

- Sie brauchen sehr feine Gitter (als Bragg Reflektoren) die sehr schwierig zu integrieren sind ("Distributed Bragg Reflector" DBR-Technik) [3].
- Die Wellenlänge ist die Unterscheidungscharachteristik zwischen resona-20 torischer optischer Kavität und Wanderwellenweg, deshalb kann das externe Signal nicht dieselbe Wellenlänge wie das resonatorische Licht haben. Dies schränkt den brauchbaren Wellenlängenbereich ein, und zwingt zur Anwendung von Gittern, um dieses unbrauchbare Gebiet klein zu halten und an den Rand der 25

- 0 interessanten Wellenlängeregion zu setzen.
  - Am Ausgang überlagert sich das resonatorische Laserlicht mit den verstärkten Signalen. Dieses Laserlicht stört den nächsten Verstärker. Wellenlängenfilter sind in Systemen notwendig um solche fixierte optische Halbleiterverstärker zu gebrauchen.
- Das resonante Laserlicht wird auch rückwärts gesendet, was das gesamte
   Transmissionssystem stören kann. Optische Isolatoren oder weitere Wellenlängenfilter werden nötig. Beide Komponenten sind sehr schwierig zu integrieren.

#### Es ist Aufgabe der Erfindung:

- Verfahren zu entwickeln, die optische Rückkopplung in Halbleiterverstärkern erzeugen. Einfache integrierbare Elementen sind zu verwenden, der brauchbare Wellenlängenbereich soll nicht eingeschränkt werden und das resonatorische Licht soll weder vorwärts noch rückwärts in das System gestrahlt werden.
- Die Aufgabe wird nach den, in den Ansprüchen 1 bis 6 beschriebenen Verfahren gelöst. Das allgemeine Verfahren (Anspruch 1) folgt diesem Prinzip:

  Fixierte optische Verstärker können realisiert werden, indem das resonatorische Licht und die Wanderwellensignale nicht durch unterschiedliche Wellenlänge, sondern durch verschiedene komplexe Lichtverteilungen gekennzeichnet sind.
- 20 Unter komplexer Verteilung sind unterschiedliche Amplituden- und, oder Phasenverteilungen zu verstehen. Die komplexen Lichtverteilungen sollen so unterschiedlich sein dass beide (resonatorisches und Wanderwellenlicht) gemischt und später getrennt werden können. Das Bauteil enthält folgende
- 25 Komponenten (Fig.1):

- Zwei oder mehrere getrennte Eingänge, einen für die Wanderwellensignale und die anderen für das resonante Licht.
  - Ein Mischer, der die Wanderwellensignale und das resonante Licht örtlich überlagert. Dieser Mischer muß die Information der Herkunft des Lichtes erhalten.
- Eine Verstärkungssektion, in der beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden.
  - Ein Entmischer, der die Information der Herkunft des Lichtes (in der komplexen Lichtverteilung enthalten) benützt, um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehrere getrennten
- Ausgängen zu schicken. Der Mischereingang für die Wanderwellensignale entspricht eineindeutig ein bestimmter Entmischerausgang.
  - Zwei oder mehrere so plazierte Reflexstellen, dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird (kein Gitter ist notwendig, eine Fabry-Perot Kavität [3] reicht). Zudem sind, bei dem Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar, die üblichen Maßnahmen vorzusehen, um störende Reflexionen zu vermeiden (zum Beispiel: Anti-Reflexions Beschichtungen, schräge Ausgangsfazetten, [7] ...). Dieses sogennantes wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar erfährt eine
- begrenzte Verstärkung und erfüllt die Voraussetzungen für einen optischen
  Wanderwellenweg. Die beschränkte Inversion (und Verstärkung) impliziert,
  dass die Sättigungseffekte und die damit zusammenhängenden nichtlinearen
  Effekte stark reduziert sind.
- Von diesen allgemeinen Verfahren kann man drei spezielle Verfahren herleiten.

WO 96/13084 PCT/CH95/00233

Das erste spezielle Verfahren (Anspruch 2) folgt dem allgemeinen Verfahren.

Der Mischer ist durch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe bei 50/50, der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe bei 50/50 gegeben (Fig 2). In diesen Komponenten wird das Licht eines jeden Einganges auf beide Ausgänge im Verhältnis von nahezu 50/50 verteilt. Die Information über die Herkunft des Lichtes ist in der relativen Phase der beiden Aus- respektive Eingänge enthalten. Zum Beispiel können als 2x2 Teiler folgende Komponenten der integrierten Optik verwendet werden: Richtungskoppler [1], Zwei-Mode oder Multi-Mode Interferenz (MMI)-Koppler [8], asymmetrische X-Junktions [9]...

- Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall zwei idealerweise identische, voneinander getrennte Wellenleiter. Das Verstärkungsmedium wird in beide Wellenleiter plaziert. Im Fall von nicht identische Wellenleiter soll ein Phasenschieber in ein Wellenleiter eingesetzt werden.
- Das gesamte Bauteil ist ein Mach-Zehnder Interferometer [1] [10] [11] mit

  folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten

  Ausgang. Ein Eingang-Ausgang-Paar ist eine resonante Kavität, das andere Paar

  ist ein optischer Wanderwellenweg.
  - Der Mischer jedoch ist ein Mode-Mischer, der Entmischer ein Mode-Entmischer (Fig.3). Der Modemischer hat zwei Eingänge und einen Ausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Ausgangs, der Grundmode des zweiten Eingangs führt zum zweiten Mode des Ausgangs. Der Mode-Entmischer hat einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Grundmode des

Das zweite spezielle Verfahren (Anspruch 3) folgt dem allgemeinen Verfahren.

25 Eingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite Mode des

Eingangs führt zum Grundmode des zweiten Ausgangs. Zum Beispiel können als Mode-Mischer und Mode-Entmischer folgende Komponenten der integrierten Optik verwendet werden: asymmetrische adiabatische Y-Junktions [9] [12], bestimmte Reihenfolgen von MMI-Kopplern [13][14][15]...

Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden. Das gesamt Bauteil hat folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang. Das eine Eingang-Ausgang-Paar ist eine resonante Kavität, das andere ein optischer Wanderwellenweg.

Das dritte spezielle Verfahren (Anspruch 4) folgt dem allgemeinen Verfahren. 10 Der Mischer jedoch ist ein umgekehrte Mode-filter, der Entmischer ein Mode-Filter (Fig.4). Der umgekehrte Modefilter hat mehreren Eingänge und einen Hauptausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Hauptausgangs, die anderen Eingängen führen zum zweiten Mode des Hauptausgangs. Der Mode-Filter hat einen Haupteingang und mehrere 15 Ausgänge. Der Grundmode des Haupteingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite Mode des Haupteingangs führt zu den anderen Ausgängen. Zum Beispiel können MMI-Kopplern [13][14] als Mode-Filter und umgekehrte Mode-Filter wirken. Besonders MMI-Koppler der Länge L=3Lc/4 mit ein Eingang in der Mitte und zwei Eingänge ganz am Rand, und ein 20 Hauptausgang in der Mitte (Fig.4) sind besonders geeignet. Nebenausgänge bringen unerwunchte Lichtstahlen zur Verlustregionen. Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden. Das gesamt Bauteil hat folgende Eigenschaften: 25

- Ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg. Die anderen Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.
- Jedes Eingang-Ausgang-Paar hat unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf
  die Reflektivität. Ein spezielles Verfahren (Anspruch 5) kann dazu dienen, dass
  gewisse Fazetten eine bestimmte Reflexion haben. Den Winkel zwischen der
  Fazette und dem Wellenleiter kann von Fall zu Fall adaptiert werden. Schräge
  Fazetten reduzieren die Reflektivität sehr stark [16]. Zuzüglich zu obgenannten
  Verfahren (Ansprüche 1 bis 4) wird dieses neue Verfahren angewendet: Das
  Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar hat einen anderen Fazettenwinkel als die
  anderen Eingang-Ausgang-Paare (Fig.1,2,3,4,5). Das Paar mit der schrägeren
  Fazette wird zu einem optischen Wanderwellenweg, die anderen Ein- und
  Ausgänge wirken als resonanten Kavität.
- Anspruch 6 ist ein weiteres Verfahren. Unter bestimmten Bedingungen ist es möglich eine Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion einzuführen. Das Bauteil wird dann zu einem "reflektierenden" Element (Fig.5). Der Mischer wirkt im Hinweg als Mischer und im Rückweg als Entmischer. Die Bedingungen sind: der Mischer/Entmischer soll so sein dass das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.

Die Vorteile der Entdeckung sind die folgenden:

- Kein Gitter wird gebraucht. Die Integration wird damit viel einfacher.

•		
0	- Der W	ellenlängenbereich für externe Signale wird nicht eingeschränkt.
	- Das re	sonante Licht wird am Ausgang örtlich von den externen Signalen
	getrennt	. Damit ist der Gebrauch von Wellenlängenfiltern nicht zwingend.
	- Das re	sonante Licht gelangt nicht zurück in den Eingang wo externe Signale
	eingefül	hrt werden. Dadurch ist der Gebrauch von Wellenlängenfiltern und
5	optische	en Isolatoren nicht zwingend.
	Fig. 1	Prinzip des allgemeinen Verfahrens zur Unterdrückung der Sättigung
		und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.
		1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3= Mischer,
10		4= Verstärkungssektion mit optischen Halbleiterverstärkern,
		5= Entmischer, 6= erster Ausgang, 7= zweiter Ausgang,
		·

Fig. 2 Prinzip des ersten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

Es basiert auf einer Mach-Zehnder Interferometer Konfiguration.

1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3a= 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50, 4a= Verstärkungssektion mit zwei optischen Halbleiterverstärkern, 5a= 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50,

6= erster Ausgang, 7= zweiter Ausgang, 8= Reflexionsstellen.

11=Phasenschieber.

8= Reflexionsstellen.

Fig. 3 Prinzip des zweiten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

Es basiert auf einer Mode-Mischer/-Entmischer Konfiguration.

1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3b= Modemischer,

	-	
0		4b= Verstärkungssektion mit einem multimodigen optischen Halblei-
		terverstärker, 5b= Modeentmischer, 6= erster Ausgang, 7= zweiter
		Ausgang, 8= Reflexionsstellen.
	Fig. 4	Prinzip des dritten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sätti-
		gung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.
5		Es basiert auf einer umgekehrte Mode-Filter Mode-Filter Konfigura-
		tion.
		1= Wanderwellen Eingang, 2a,b= Resonante Eingänge, 3c= umgeke-
		hrte Mode-Filter, 4b= Verstärkungssektion mit einem multimodigen
		optischen Halbleiterverstärker, 5c= Mode-Filter, 6a,b= resonante Aus-
10		gänge, 7= Wanderwellen Ausgang, 8a,b,c,d= Reflexionsstellen,

10a,b,c,d=Verluststellen. Prinzip des "reflektierenden" Elementes, basierend auf dem allgemein-Fig. 5 en Verfahren mit einer Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion. 1a= erster Ein- Ausgang, 2a= zweiter Ein- Ausgang, 3d= Mischer/Entmischer, 4=Verstärkungssektion mit optischen Halbleiterverstärkern, 8= Reflexionsstellen, 9= Reflexionsstelle in Verstärkungssektion.

9a,b,c,d=Nebenwellenleiter um das unerwünchte Licht wegzuführen,

20

15

10

0	Fig. 1	Prinzip des allgemeinen Verfahrens (Anspruch 1) zur Unterdrückung
		der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterver
		stärkern. Den Wanderwellen Eingang entspricht eineindeutig einem
		bestimmten Ausgang. Illustriert wird als Beispiel das Eingang-Aus-
		gang-Paar {1,7} als Wanderwellenweg und {2,6} als resonante Weg.
5		Ein Paar (hier zum Beispiel das Paar {2,6}) wird mit zwei Reflexions-
		stellen versehen und dient als optische Rückkopplung, um die Ladung-
		strägerinversion in der Verstärkungssektion zu begrenzen. Das zweite
		Paar (hier zum Beispiel das Paar {1,7}}) dient als optischer Wander-
		wellenverstärker. Der Mischer überlagert das Licht von den Eingängen
10		örtlich. Diese Komponente muß die Information über die Herkunft des
		Lichtes erhalten. Diese ist dann in der komplexen Lichtverteilung en-
•		thalten. Der Entmischer benützt die Information über die Herkunft des
		Lichtes (enthalten in der komplexen Lichtverteilung), um das resonante
		Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren
15		getrennten Ausgängen zu schicken. In der Verstärkungssektion sind
		beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert und wer-
		den durch dasselbe invertierte Material verstärkt.
		Die Pfeile zeigen die Richtung der Lichtpropagation. Im Weiss sind die
		passiven Wellenleiter, schraffiert ist das Halbleiter Verstärkungsmedi
20		um gezeichnet.
		Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingang-Ausgang-Paar (2.6)
		eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette)
		als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}.

0 Fig. 2 Prinzip des ersten speziellen Verfahrens (Anspruch 2) zur Unterdrükkung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern. Es basiert auf Figur 1 in einer Mach-Zehnder Interferometer Konfiguration. Der Mischer ist durch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50. 5 der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50 gegeben. Die Information über die Herkunft des Lichtes wird in der relativen Phase der beiden Ausgänge erhalten, respektive ist in der relativen Phase der beiden Eingängen enthalten. Zum Beispiel können als 2x2 Teiler folgende Komponenten der integrierten Optik ver-10 wendet werden: Richtungskoppler [1], Zwei-Mode oder Multi-Mode Interferenz (MMI)-Koppler [8], asymmetrische X-Junktions [9] ... Die Verstärkungssektion enthält zwei getrennte, idealerweise identische Wellenleiter. In beiden Wellenleiten wird das Verstärkungsmedium plaziert. Im Fall von nicht identische Wellenleiter soll ein Phasenschie-15 ber in ein Wellenleiter eingesetzt werden. In der Verstärkungssektion sind beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert und werden durch dasselbe invertierte Material verstärkt. Typische Intensitätsverteilungen sind eingezeichnet, schwarze Flächen für das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar und weiße Flächen für das 20 Wanderwellen Eingangs-Ausgangs-Paar. In den Verstärkungssektion sind die Phasen der beiden Paare unterschiedlich und enthalten die Information über die Herkunft des Lichts. Die Pfeile zeigen die Richtung der Lichtpropagation. Die passiven Wellenleiter sind in Weiss, das Hal-25 bleiter Verstärkungsmedium schraffiert gezeichnet.

Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingang-Ausgang-Paar {2.6} 0 eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette) als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}. Prinzip des zweiten speziellen Verfahrens (Anspruch 3) zur Unter-Fig. 3 drükkung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Hal-5 bleiterverstärkern. Es basiert auf Figur 1 mit einer Mode-Mischer/-Entmischer Konfiguration. Der Mischer ist ein Modemischer, der Entmischer ein Modeentmischer. Der Modemischer hat zwei Eingänge und einen Ausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Ausgangs, der Grund-10 mode des zweiten Eingang führt zum zweite Mode des Ausgangs. Der Modeentmischer hat einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Grundmode des Eingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite Mode des Eingangs führt zum Grundmode des zweiten Ausgangs. Zum Beispiel können als Modemischer und Modeentmischer folgende Kom-15 ponenten der integrierten Optik verwendet werden: asymmetrische adiabatische Y-Junktions [9] [12], bestimmte Reihenfolgen von MMI-Kopplern [13][14][15]... Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden. 20

Typische Amplitudenverteilungen werden gezeichnet mit schwarzen Flächen für das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar und mit weissen Flächen für das Wanderwellen Eingangs-Ausgangs-Paar. Die Pfeile zeigen die Richtung der Lichtpropagation. In Weiss sind die passiven Wellenleiter, schraffiert ist das Halbleiter Verstärkungsmedium

0 gezeichnet. Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar {2.6} eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette) als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7} Prinzip des dritten speziellen Verfahrens (Anspruch 4) zur Unter-Fig. 4 5 drükkung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern. Es basiert auf ein umgekehrte Mode-filter und ein Mode-Filter (Fig.4). Der umgekehrte Modefilter hat mehreren Eingänge und einen Hauptausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Hauptausgangs, die anderen Eingängen 10 führen zum zweiten Mode des Hauptausgangs. Der Mode-Filter hat einen Haupteingang und mehrere Ausgänge. Der Grundmode des Haupteingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite Mode des Haupteingangs führt zu den anderen Ausgängen. Zum Beispiel können MMI-Kopplern [13][14] als Mode-Filter und umgeke-15 hrte Mode-Filter wirken. Besonders MMI-Koppler der Länge L=3Lc/4 mit ein Eingang in der Mitte und zwei Eingänge ganz am Rand, und ein Hauptausgang in der Mitte (Fig.4) sind besonders geeignet. Nebenausgänge bringen unerwunchte Lichtstahlen zur Verlustregionen. Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit 20 mindestens zwei Moden. Das gesamt Bauteil hat folgende Eigenschaften: Ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg. Die anderen

25
Gemäß Anspruch 5, haben die resonanten Ein- Ausgängen {2ab, 6ab}

Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.

Fig. 5

0

eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette) als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}.

5

Prinzip des "reflektierenden" Elementes (Anspruch 6), basierend auf dem allgemeinen Verfahren mit einer Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion. Der Mischer wirkt im Hinweg als Mischer und im Rückweg als Entmischer. Die Bedingungen sind: der Mischer/Entmischer soll so sein dass das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.

10

15

20

0		Referenzen
	[1]	T. Tamir: 'Integrated Optics', Topics in Applied Physics vol.7, Springer
		Verlag 2nd Edition, 1985, ISBN 0-387-09673-6.
	[2]	M.J. O'Mahony 'Semiconductor laser optical amplifiers for use in fu-
		ture fiber systems' IEEE Journal Lightwave Technology, Vol.6, april
5		1988, pp. 531-544.
	[3]	Agrawal G. P., Dutta N.K. 'Long-wavelength semiconductor lasers'
		Van Nostrand Reinhold, 1986, ISBN, 0-442-20995-9.
	[4]	L.F. Tiemeijer et all. 'Direct electronic compensation of the amplifier
		nonlinearity in semiconductor laser amplifiers', Appl. Phys. Lett. 64
10		(16), April 1994, pp. 2053-2055.
	[5]	Lablonde L. et all. 'experimental and theoretical investigation of gain
		clamped semiconductor optical amplifier' Proc. ECOC'94, Florence,
		Paper WE.C.3.3, pp. 715-718.
	[6]	Soulage G. et all. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical
15		amplifier as a large dynamic range optical gate' Proc. ECOC'94, Flo-
		rence, Paper Tu.P.20, pp. 451-454
	[7]	Besse P.A. 'Modal Reflectivities and new Derivation of the Basic Equa-
		tions for Semiconductor Optical Amplifiers' Diss. ETH No. 9608, 1992,
	•	Zurich, Schweiz.
20	[8]	M.K. Smit 'Integrated Optics in Silicon-Based Aluminium Oxide', PhD
		Thesis, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands, 1991,
		ISBN 90-9004261-X.
	[9]	W.K. Burns et all. 'An analytic solution for mode coupling in optical
25		waveguide brances', IEEE, Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-

0		16, April 1980, pp. 446-454.
	[10]	M. Bachmann et all. 'Polarization-insensitive low-voltage optical wa-
		veguide switch using InGaAsP/InP four-port mach-Zehnder interfero-
		meter' in Optical Fiber Communication Conference and International
		Conference on Integrated optics and Optical Fiber Communication,
5		Vol. 4 off 1993 OSA Technical Digest Series (Optical Society of Ame-
		rica, Washington, D.C., 1993) pp. 32-33.
	[11]	N. Vodjani et all. 'All optical wavelength conversion at 5 Gbit/s with
		monolithic integration of semiconductor optical amplifier in a passive
		asymmetric Mach-Zehnder Interferometer', Proc. ECOC'94, Florence,
10		postdeadline paper pp. 95-98.
	[12]	Y. Silberberg et all. 'Digital Optical Switch', Appl. Phys. Lett. 51 (16),
		Oct. 1987, pp. 1230-1232.
	[13]	M. Bachmann, et al. 'Overlapping-image Multi-Mode interference cou-
		plers with reduced number of self-images for uniform and non-uniform
15		power splitting', accepted for publication in Applied Optics.
	[14]	M. Bachmann, 'Polarization Insensitive Integrated Optical Waveguide
		Switches Using InGaAsP/InP', PhD-thesis, Diss ETHZ-Zurich
		No.11072, Switzerland, 1995.
	[15]	R. Hess et al.: 'Optical Mode-Combiners based on Planar Multi-Mode
20		Interference Couplers in InGaAsP/InP', Proc. ECIO'95, pp. 327-330,
		paper WeA3, 36. Apr. 1995, Delft, the Netherlands.
	[16]	Besse et al. 'Reflectivity minimization of semiconductor lasers with
		coated and angled facets considering two dimensional beam profiles'

IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-27, 1991, pp. 1830-1836.

PCT/CH95/00233

WO 96/13084

0

5

### Patentansprüche

Verfahren um fixierte optische Verstärker zu realisieren, indem das reso-1. nante Licht und die Wanderwellensignale durch verschiedene komplexe Lichtverteilungen gekennzeichnet sind so dass beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, gemischt und später getrennt werden können. Das Bauteil enthält folgende Komponenten (Fig.1): - ein getrennte Eingang-Ausgang-Paar für die Wanderwellensignale und andere Wege für das resonante Licht, - ein Mischer, der die Wanderwellensignale und das resoonante Licht 10 örtlich überlagert, - eine Verstärkungssektion, in welcher beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden, - ein Entmischer, der die Information über die Herkunft des Lichtes benützt um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren getrennten Ausgängen zu schicken, 15 - zwei oder mehrere so plazierte Reflexstellen, dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird. Zudem sind, bei mindestens ein sogennantes Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar, Maßnahmen vorzusehen, um störende Reflexionen zu vermei-20 den.

Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer du-2. rch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe an 50/50 und der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe an

50/50 gebaut sind (Fig 2), und auch dadurch gekenntzeichnet, dass die Verstärkungssektionen in zwei getrennte, idealerweise identische Wellenleiter plaziert sind, so dass das gesamte Bauteil ein Mach-Zehnder Interferometer mit folgenden Eigenschaften ist: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, das eine Eingangs-Ausgangs-Paar ist eine resonante Kavität und das Andere ein optischer Wanderwellenweg.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer ein Modemischer ist, dass der Entmischer ein Modeentmischer ist (Fig.3), und dass die Verstärkungssektion einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden ist, zudem hat das gesamte Bauteil folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, ein Eingangs-Ausgangs-Paar entspricht einer resonanten Kavität, das Andere einem optischen Wanderwellenweg.

15

4.

10

Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer ein umgekehrte Mode-filter ist, dass der Entmischer ein Mode-Filter (Fig.4) ist, dass Nebenausgänge unerwunchte Lichtstahlen zur Verlustregionen bringen und dass die Verstärkungssektion einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden enthält, zudem hat das gesamt Bauteil folgende Eigenschaften: ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg, die anderen Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.

20

Verfahren nach Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen der Fazette und dem Wellenleiter dazu dient, die Reflektivitäten so zu beeinflussen, dass das Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar vernachlässigbare Reflektivitäten sieht und dass die anderen Ein- und Aus-

0 gänge als resonanten Kavität wirken.

6. Verfahren um reflektierende Elemente (Fig.5), die auf den Ansprüchen 1 bis 5 basieren, zu machen, wobei eine Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion eingeführt ist und wobei das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.

10

5

15

20

WO 96/13084 PCT/CH95/00233

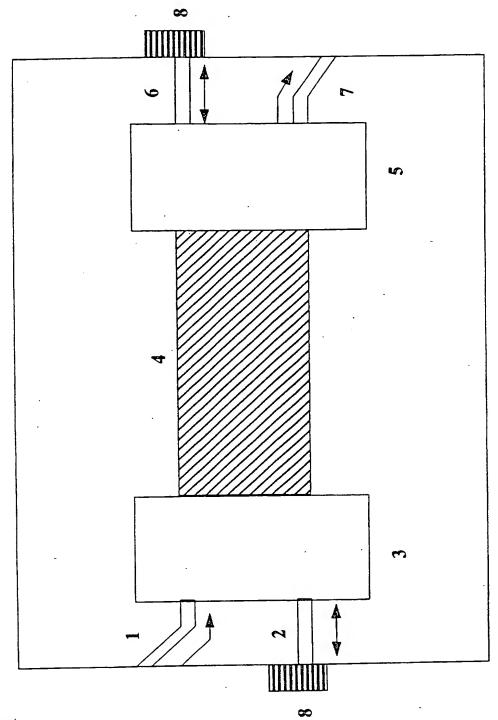


Fig. 1

1/5

PCT/CH95/00233 WO 96/13084

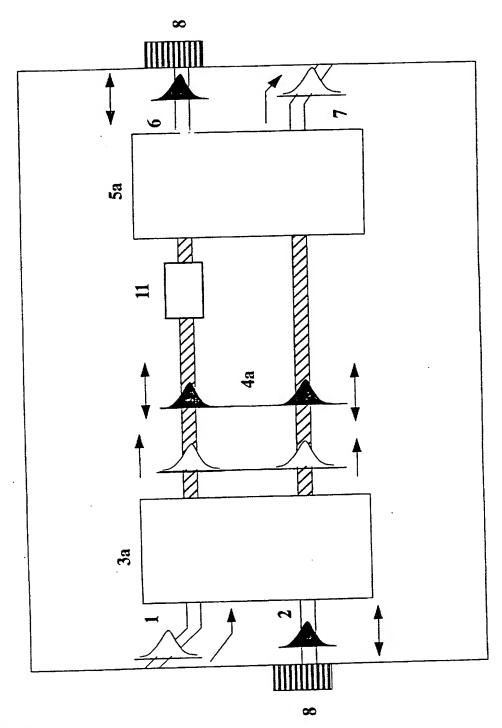


Fig. 2

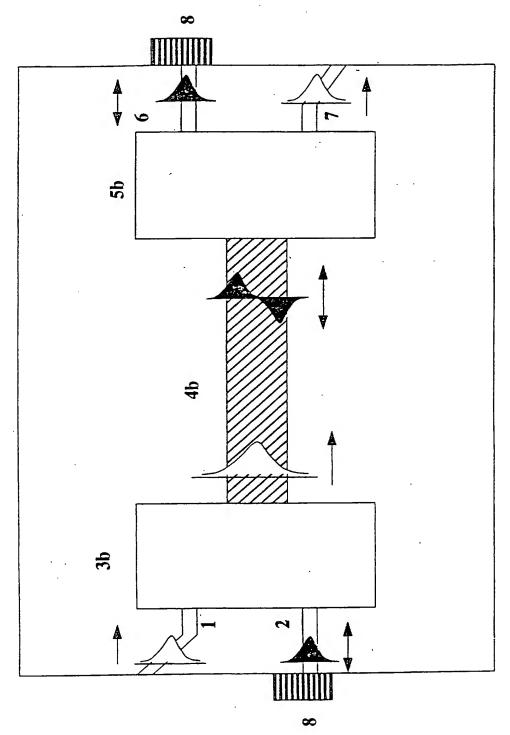


Fig. 3

PCT/CH95/00233 WO 96/13084

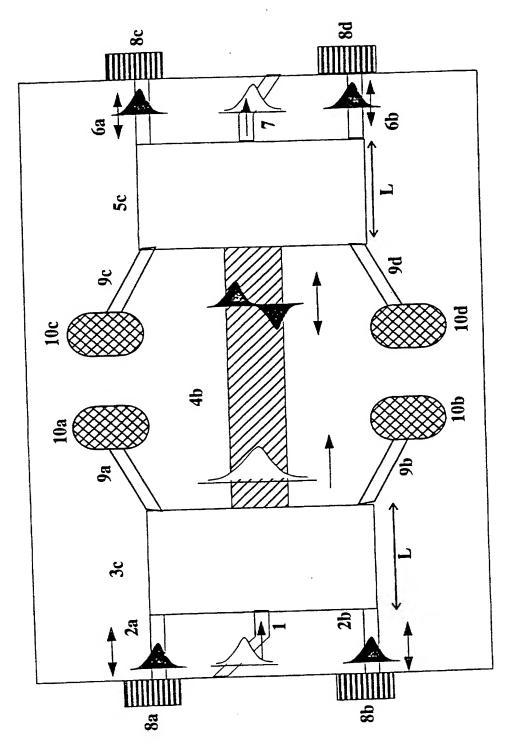


Fig. 4

PCT/CH95/00233

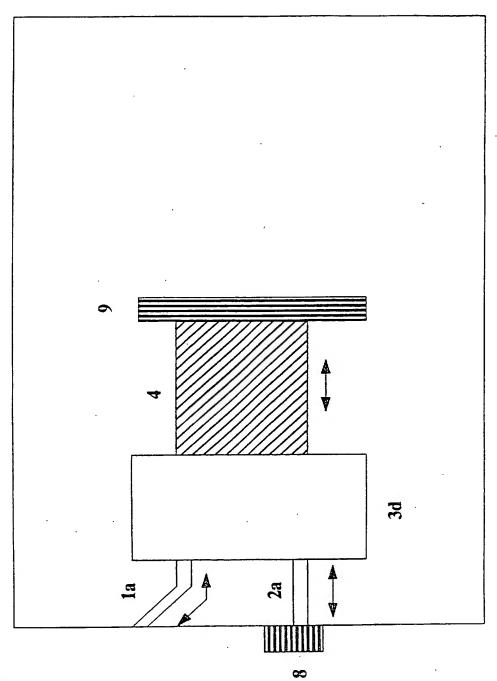


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte: nal Application No PCT/CH 95/00233

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01S3/25 H01S3/025 G02B6/28 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01S Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Relevant to claim No. Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Category ' 1 US,A,3 467 906 (R.H.CORNELY ET AL.) 16 A September 1969 see column 2, line 39 - column 4, line 14; figures 1,2 see column 5, line 15 - line 39 PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014 no. 038 (E-878) ,24 January 1990 & JP,A,01 270379 (SEIKO EPSON CORP) 27 Α October 1989, see abstract 1,2,5 PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015 no. 210 (P-1208) ,29 May 1991 A & JP, A, 03 056944 (NEC CORP) 12 March 1991. see abstract -/--Patent family members are listed in annex. X Further documents are listed in the continuation of box C. X T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone invention "E" earlier document but published on or after the international 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents. filing date L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) ments, such combination being obvious to a person skilled in the art. "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed other means "&" document member of the same patent family Date of mailing of the international search report Date of the actual completion of the international search 1 0. 01. 96 19 December 1995 Authorized officer Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016 Stang, I

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No PCT/CH 95/00233

		PCI/CH 9				
	C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT					
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages		Relevant to claim No.			
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 4, no. 4, April 1993 NEW YORK, US, pages 412-414, XP 000368318 V.L.DA SILVA ET AL. 'Automatic gain flattening in optical fiber amplifiers via clamping of inhomogeneous gain' see page 412 - page 413, left column, line 16; figures 1-3		1,2			
<b>A</b>	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013 no. 401 (E-816) ,6 September 1989 & JP,A,01 143382 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5 June 1989, see abstract		1			
A	PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR LASER CONFERENCE, vol. 14, 19 September 1994 NEW YORK, US, pages 185-186, XP 000514864 P.DOUSSIERE ET AL. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical amplifier for wavelength division multiplexing applications' see the whole document		1			
-						
			· .			

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

inter nal Application No .

INTERNATIONAL SEARCH REPORT			PCT/CH 95/00233		
Patent document cited in search report	Publication date	Patent fam member(s	ily s)	Publication date	
US-A-3467906	16-09-69	NONE			
			•		
·					

Form PCT/ISA/218 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

inte: nales Aktenzeichen
PCT/CH 95/00233

KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES K 6 H01S3/25 H01S3/025 G02 G02B6/28 IPK 6 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H01S Recherchierte aber nicht zum Mindestprusstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete sallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evil. verwendete Suchbegriffe) C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN Betr. Anspruch Nr. Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile US,A,3 467 906 (R.H.CORNELY ET AL.) A 16.September 1969 siehe Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 14; Abbildungen 1,2 siehe Spalte 5, Zeile 15 - Zeile 39 PATENT ABSTRACTS OF JAPAN A vol. 014 no. 038 (E-878) ,24.Januar 1990 & JP,A,01 270379 (SEIKO EPSON CORP) 27.Oktober 1989, siehe Zusammenfassung 1,2,5 PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Α vol. 015 no. 210 (P-1208) ,29 Mai 1991 & JP,A,03 056944 (NEC CORP) 12.März 1991, siehe Zusammenfassung -/--Siehe Anhang Patentfamilie Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Priontätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzuschen ist Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Ammeldedatum veröffentlicht worden ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erschennen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbencht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit berühend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verhindung für einen Fachmann naheliegend ist Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach
dem beanspruchten Priontätsdatum veröffentlicht worden ist ausgeführt) Absendedatum des internationalen Recherchenberichts Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 1 0. M. 96 19.Dezember 1995 Bevollmächtigter Bediensteter Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentami, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tz. 31 651 epo nl, Stang, I Fax: (+31-70) 340-3016

Formblatt PCT/ISA/218 (Biatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte males Aktenzeichen
PCT/CH 95/00233

		PCI/CH 33	
C.(Fortsetzu	ng) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	menden Telle	Betr. Anspruch Nr.
Kategone*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kom	michigen 1 etc	out impression
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Bd. 4, Nr. 4, April 1993 NEW YORK, US, Seiten 412-414, XP 000368318 V.L.DA SILVA ET AL. 'Automatic gain flattening in optical fiber amplifiers via clamping of inhomogeneous gain' siehe Seite 412 - Seite 413, linke Spalte, Zeile 16; Abbildungen 1-3		1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013 no. 401 (E-816) ,6.September 1989 & JP,A,01 143382 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5.Juni 1989, siehe Zusammenfassung		
	PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR LASER CONFERENCE, Bd. 14, 19.September 1994 NEW YORK, US, Seiten 185-186, XP 000514864 P.DOUSSIERE ET AL. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical amplifier for wavelength division multiplexing applications' siehe das ganze Dokument		
	·		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seiben Patentfamilie gehören

Inter naies Aktenzeichen
PCT/CH 95/00233

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Datum der Veröffentlichung Datum der Veröffentlichung Veröffentlichung KEINE

A Party May .

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

# THIS PAGE BLANK (USPTO)